

## Χρόνος και στοιχειώδη σωμάτια

Δρ Μάνος Δανέζης

Επίκουρος Καθηγητής Αστροφυσικής  
Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών

Από το βιβλίο των Μάνου Δανέζης και Στράτου Θεοδοσίου, «Η Κοσμολογία της Νόησης», Εκδόσεις Δίαυλος, Αθήνα 2003

Όλοι γνωρίζουμε ότι αν κάποιο αντικείμενο απεικονιστεί σ' έναν καθρέφτη, στο κατοπτρικό είδωλο αντιστρέφεται η έννοια του αριστερού και του δεξιού όπως την αντιλαμβάνεται το αντικείμενο.

Ας σχηματίσουμε τώρα μια μαθηματικά κατοπτρική, άρα και θεωρητική απεικόνιση ενός πειράματος. Σε όλους είναι κατανοητό ότι το θεωρητικό αυτό κατοπτρικό πείραμα δεν μπορεί να είναι ίδιο με το προηγούμενο πραγματικά συντελούμενο πείραμα, αφού έχουν αλλοιωθεί κάποιες από τις αρχικές του συνθήκες. Απλώς τα δύο πειράματα συνδέονται με κάποια σχέση βάσει της οποίας από το ένα μπορούμε να οδηγούμαστε στο άλλο. Αν μεταξύ δύο πειραμάτων υπάρχει η προαναφερόμενη σχέση, τότε μιλάμε για *ομοτιμία* και τη συμβολίζουμε με το γράμμα **P**. Στην κβαντική Φυσική ένα τέτοιο κατοπτρικό πείραμα συνίσταται στην αντιστροφή των συντεταγμένων του χώρου των σωματιδίων.

Αρχικά οι φυσικοί πίστευαν ότι η κατοπτρική αυτή απεικόνιση του πειράματος αντιστοιχούσε σε ένα δεύτερο, εξίσου πραγματικό, πείραμα της Φυσικής το οποίο, υπό κάποιες προϋποθέσεις, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί, όπως και το αρχικό πείραμα, στο εργαστήριο. Αυτή την υπόθεση την ονόμασαν *διατήρηση της ομοτιμίας*.

Όμως είναι γνωστό ότι η ομοτιμία (κατοπτρισμός) αποτελεί μόνο μία από τις ιδιότητες της φυσικής συμμετρίας. Ως παράδειγμα αναφέρουμε μια άλλη θεωρητική και συμμετρική δυνατότητα, να αντικαθιστούμε δηλαδή σε μια πυρηνική αντίδραση τα συμμετέχοντα σωματίδια με τα αντίστοιχα αντισωματίδιά τους, στο πλαίσιο μιας συμμετρικής αντιμετώπισης ύλης και αντιύλης. Την υποθετική αυτή δυνατότητα, που αποτελεί επίσης έναν μετασχηματισμό, την ονομάζουμε *σζυγία φορτίου* και τη συμβολίζουμε με το γράμμα **C**.

Τέλος, μια άλλη υποθετική λειτουργία της συμμετρίας, την οποία δεχόμαστε, είναι και η *αντιστροφή της φοράς του χρόνου*, την οποία συμβολίζουμε με το γράμμα **T**. Με βάση όλα αυτά, και προκειμένου να εξασφαλίσει το αμετάβλητο των νόμων της Δυναμικής, η κλασική φυσική σκέψη θεώρησε ως αυτονόητο γεγονός τον σταθερό χαρακτήρα του συνδυασμού των μετασχηματισμών **PCT**. Όλα τα προηγούμενα σημαίνουν ότι, αν εφαρμόζαμε τον συνολικό μετασχηματισμό PCT στο Σύμπαν μας, θα οδηγούμαστε με βεβαιότητα σε ένα άλλο Σύμπαν, εντελώς διαφορετικών ιδιοτήτων, του οποίου οι εξισώσεις που θα το περιέγραφαν θα είχαν ακριβώς την ίδια μαθηματική μορφή με τις εξισώσεις του αισθητού σ' εμάς Σύμπαντος. Η κατάρρευση των προηγούμενων υποθέσεων συντελέστηκε όταν το 1957 ανακαλύφθηκε πειραματικά ότι η αρχή της ομοτιμίας δεν ίσχυε, τουλάχιστον όσον αφορά την ασθενή ή πυρηνική αλληλεπίδραση. Δηλαδή δεν ίσχυε η συμμετρία μεταξύ αριστερού και δεξιού. Για το θέμα αυτό ο μεγάλος φυσικός Pauli (1900-1958) σημείωσε, με μια δόση χιούμορ, ότι ο Θεός είναι λιγάκι αριστερόχειρας.

Οι εκπλήξεις όμως συνεχίστηκαν όταν αποδείχτηκε πειραματικά ότι δεν ίσχυε ούτε η συμμετρία C μεταξύ ύλης και αντιύλης. Παρ' όλη την ασυμμετρία των επιμέρους μετασχηματισμών P και C, διατηρούνταν εντούτοις η πίστη στην αναλλοίωτη σταθερότητα του συνδυασμού των μετασχηματισμών PC. Πίστη η οποία κατέρρευσε

όταν το 1964, με ένα πείραμα που έγινε στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον των ΗΠΑ από τους J. H. Christenson, J. W. Cronin, V. L. Fitch και R. Turlay, αποδείχτηκε ότι η συμμετρία ως προς το μετασχηματισμό PC παραβιάζεται, έστω και ελάχιστα, κατά τη διάρκεια της διάσπασης κάποιων παράξενων σωματιδίων, των ουδέτερων καονίων. Αυτή η ασυμμετρία υποδηλώνεται από το ότι ένα πολύ μικρό ποσοστό των ουδέτερων καονίων διασπάται σε δύο πιόνια αντί σε τρία.

Ως προς το θέμα αυτό ο Αντρέι Ζαχάρωφ διατύπωσε το 1967 την άποψη ότι η παραβίαση της συμμετρίας PC ίσως θα μπορούσε να εξηγήσει το γεγονός ότι η ύλη επιβλήθηκε στην αντιύλη κατά τη δημιουργία του αρχέγονου Σύμπαντος.

Από το σημείο αυτό και έπειτα το πρόβλημα γίνεται ουσιαστικό. Αν επιμείνουμε, όπως και επιμένουμε μέχρι σήμερα, στη διατήρηση της συμμετρίας του συνολικού μετασχηματισμού PCT, γνωρίζοντας ότι ο μετασχηματισμός PC δεν διατηρείται, θα πρέπει να δεχτούμε ότι ούτε και ο μετασχηματισμός T παραμένει αναλλοίωτος. Δηλαδή η χρονική συμμετρία μεταξύ παρελθόντος και μέλλοντος παραβιάζεται έστω και κατ' ελάχιστον. Το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί, αν θεωρούσαμε ότι δεν παραμένει αναλλοίωτος ο συνολικός μετασχηματισμός PCT. Κάτι τέτοιο όμως θα ήταν καταλυτικό εφόσον από κει και πέρα θα έπρεπε να αμφισβητήσουμε τα θεμέλια και στη συνέχεια ολόκληρη την επιστημονική αντίληψή μας γι' αυτό που ονομάζουμε φυσικό κόσμο.